



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**Previo a la obtención del título de:**  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**“EVALUACIÓN DEL QUESO FRESCO SEMIBLANDO ENTERO CUAJADO A  
DIFERENTES TEMPERATURAS”.**

**AUTOR:**  
**WILLAN DARIO LEMA GUADALUPE**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2017**

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal



Ing. Ms. C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Ms.C. Enrique Cesar Vayas Machado.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



Dr. Antonio Morales de la Nuez PhD.

**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 24 de febrero del 2017.

## **AGRADECIMIENTO**

Por todo lo vivido durante toda la trayectoria estudiantil y vida personal, para la formación como profesional yo agradezco infinitamente a DIOS.

## **DEDICATORIA**

Al culminar una meta más en mi vida, yo dedico este logro a mi Padre mi madre y mis hermanos, ya que ellos fueron un pilar fundamental al apoyarme en todas las circunstancias que la vida me puso como prueba, y que las supimos afrontarlas y sobresalir siempre hacia adelante.

## CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
<b>I.    <u>INTRODUCCIÓN</u>.....</b>	<b>1</b>
<b>II.   <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>.....</b>	<b>3</b>
A.   GENERALIDADES .....	3
1.   Definición de leche.....	3
2.   Propiedades físicas de la leche.....	3
B.   EL QUESO FRESCO .....	5
1.   Definición.....	5
A.   PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE QUESOS .....	13
1.   Recepción de la Leche.....	13
2.   Filtración.....	14
3.   Estandarización.....	14
4.   Llegada a la tina.....	14
5.   Pasteurización.....	15
7.   Enfriamiento.....	15
8.   Adición de cloruro de calcio.....	15
9.   Adición de cuajo.....	16
10.   Tiempo de coagulación.....	16
11.   Corte de la cuajada.....	17
12.   Primera agitación.....	17
13.   Desuerado.....	18
14.   Calentamiento y lavado de la cuajada.....	18
15.   Segunda agitación.....	19
16.   Adición de Sal.....	19
17.   Separación de la cuajada y el suero.....	19
18.   Moldeado.....	20
19.   Envasado.....	20
B.   Rendimiento del queso .....	21
1.   Factores directos	22
c.   Pérdidas en el corte.....	22
20.   Factores indirectos.....	23

C.	Pruebas sensoriales .....	25
1.	Pruebas de aceptación.....	25
2.	Prueba triangular. ....	26
<b>III.</b>	<b><u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b> .....	<b>30</b>
A.	LOCALIZACIÓN: .....	30
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES.....	30
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES.....	31
1.	Materiales.....	31
2.	Equipos.....	31
3.	Insumos.....	32
4.	Instalaciones.....	32
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	32
1.	Esquema del experimento.....	33
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES.....	34
1.	Análisis Físico – Químico.....	34
2.	Valoración Productiva.....	34
3.	Análisis Microbiológico.....	34
4.	Análisis sensorial.....	34
5.	Vida de anaquel.....	34
6.	Análisis económico.....	35
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA .....	35
1.	Esquema del ADEVA. ....	35
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	36
1.	Descripción del experimento.....	36
H.	METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN.....	38
1.	Análisis bromatológico.....	38
2.	Análisis Microbiológico.....	40
3.	Análisis sensorial.....	41
4.	Vida de anaquel.....	41
5.	Análisis económico.....	41
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
A.	COMPOSICION FISICA QUIMICA DE LA LECHE.....	43
1.	Contenido de proteína.....	42
2.	Contenido de grasa (%).....	44
3.	Contenido de ceniza.....	45

4.	Humedad (%).....	45
B.	VALORACIÓN PRODUCTIVA.....	46
1.	Suero y porcentaje de suero.....	46
2.	Rendimiento.....	47
3.	Conversión de leche /queso.....	47
C.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	48
1.	ECHERICHIA. COLI.....	48
2.	Coliformes totales. ....	48
D.	VIDA DE ANAQUEL TENIENDO COMO REFERENCIA EL pH. ....	49
E.	EVALUACIÓN SENSORIAL DEL QUESO FRESCO CUAJADO A DIFERENTES TEMPERATURAS.....	50
1.	Prueba de aceptación.....	50
2.	Análisis de la prueba triangular.....	50
F.	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	52
1.	Costo de producción.....	52
2.	Beneficio/costo.....	52
V.	<b><u>CONCLUSIONES</u></b> .....	54
VI.	<b><u>RECOMENDACIONES</u></b> .....	55
VII.	<b><u>LITERATURA CITADA</u></b> .....	56

## RESUMEN

En la Quesera "San Diego", ubicada en la Parroquia San Juan, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, se evaluó el efecto de tres diferentes temperaturas al momento de cuajar (45, 50 y 55° c), en la elaboración del queso fresco semiblando entero, para ser comparado con un tratamiento control. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), se utilizó 150 litros de leche por cada tratamiento y 5 repeticiones cada uno. Al evaluar la composición bromatológica se registraron diferencias estadísticas (0,001) para la variable proteína y grasa. Los mejores resultados para la proteína fue (14,35 %), para grasa (17,43 %), para la ceniza (3,48 %), humedad (60,45 %), con el tratamiento T2 (45°C). Al analizar las variables productivas los mejores resultados para el rendimiento fue (18,89 %), y la mejor conversión (5,51) se registró en el T3 (45° c). Al valorar las variables microbiológicas se reportaron presencia de coliformes totales con rangos de 20 a 390 UFC/g. En la vida de anaquel no se reportaron diferencias estadísticas en el primer y décimo día de los tratamientos. En las pruebas sensoriales como son la de aceptación y la triangular no registraron diferencias significativas. El mejor beneficio costo se registró para el T2 (45°C) con 1,26, lo que significa una rentabilidad del 26%, por lo que se recomienda cuajar a (45°C).





## ABSTRACT

The cheese factory "San Diego", located in San Juan Parish, Riobamba Canton, Chimborazo Province, the effect of three different temperatures at the time of curdling (45, 50 and 55 ° C) was evaluated in the production semi soft integer cheese, to be compared with a control treatment. A Completely Random Design (DCA) was applied, and 150 liters of milk were used for each treatment and 5 replicates each one. When evaluating the bromatological composition, statistical differences (0.001) were recorded for the variable protein and fat. The best results for the protein were (14.35%), fat (17.43%), ashes (3.48%) and humidity (60.45%), whit the T2 treatment. When analyzing the productive variables, the best results for yield were (18.89%), and the best conversion (5.51) was recorded at T3 (45 ° C). When evaluating the microbiological variables, the presence of total coliforms in the range of 20 to 390 CFU / g was reported. Statistical differences were not reported in shelf life on the first and tenth day of treatments. In sensory tests such as acceptance and triangular, there were no significant differences. The best cost benefit was recorded for T2 (45 ° C) with 1.26, which means a profitability of 26%, so it is recommended to set at (45 ° C).



## LISTA DE CUADROS

<b>Nº</b>		<b>Pag.</b>
1.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PARROQUIA SAN JUAN.	30
2.	ESQUEMA DE EXPERIMENTO	33
3.	COMPOSICIÓN DE LA LECHE	33
4.	ESQUEMA DEL ADEVA 1	35
5.	COMPOSICIÓN DE LA LECHE CRUDA, UTILIZADA EN CADA REPETICIÓN, PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.	43
6.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DEL QUESO FRESCO CUAJADO A DIFERENTES TEMPERATURAS	43
7.	CONVERSIÓN DE LITROS DE LECHE EN KILOS DE QUESO	48
8.	CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS QUESOS FRESCOS CUAJADO A DIFERENTES TEMPERATURAS.	48
9.	VIDA DE ANAQUEL DEL QUESO FRESCO EN BASE AL PH	49
10.	EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL QUESO FRESCO CUAJADO A DIFERENTES TEMEPREATURAS.	50
11.	ANÁLISIS BINOMIAL DE LA PRUEBA TRIANGULAR	51
12.	EVALUACIÓN DE LOS RESULTOS DE LA PRUEBA TRIANGULAR CON EL CHI CUADRADO.	51
13.	EVALUCACIÓN ECONÓMICA (DOLARES) DEL QUESO FRESCO CUAJADO A DIFRENTES TEMPERATURAS.	53

## **I. INTRODUCCIÓN**

La población cada día demanda de alimentos de alto valor nutritivo como carne, huevos, leche y sus derivados que contienen proteína de origen animal está limitada a ciertos estratos sociales, por la poca disponibilidad de alimentos y por bajos ingresos en las familias; debido a estos factores el consumo no es continuo pesar de que debe ser un alimento diario presente en la mesa de todos los hogares, para aportar nutrientes en la dieta y cubrir las necesidades diarias.

La producción de leche en los dos últimos años en el país fue de 5,9 a 5,5 millones de litros, con una reducción del 7 %, hay muchos factores que inciden para que el volumen de leche varíe, como los climáticos, y el factor mercado. De este total el 75 % de leche cruda no pasteurizada se destina a la producción de quesos, leche enfundada y tetrapack, a su vez el 25 % se destina a elaborar yogures, leche en polvo y mantequilla (REVISTA LIDERES, 2017).

El queso es una forma de conservar los componentes insolubles de la leche: caseína y materia grasa; que se obtiene al realizar la coagulación de la leche, al separarse el suero de la cuajada. El cambio de técnicas y procesos en la fabricación del queso es permanente, el principal problema es el rendimiento, la conversión de leche en queso influye mucho para poder tener un buen margen de ganancias, en las técnicas antiguas se pasteuriza de 65 °C a 72 °C y se cuaja a 40 °C, y a estas temperaturas hay una elevada pérdida de sólidos durante el desuerado de la cuajada. Los productos lácteos son ricos elementos nutritivos, especialmente para los niños el queso, es uno de los mejores alimentos, tiene alto contenido en proteínas, nutrientes esenciales, contiene calcio, vitaminas y todas las grasas que necesitamos para cumplir todas las funciones del organismo, es una de las técnicas más antiguas de conservar los elementos nutritivos de la leche. El queso se compone de proteína (caseína), grasa y sales solubles de la leche que son concentrados para coagulación de la leche. La importancia del queso como alimento en las sociedades, es vital ya representa una forma de consumo indirecto de leche; además, su tecnología es accesible y su valor nutritivo es alto. El queso es un derivado lácteo fresco o maduro que se obtiene

por la separación del suero de la leche que está listo para el consumo después de la fabricación y no será sometido a ningún cambio físico o químico adicional.

Por lo señalado se plantearon los siguientes objetivos:

- Valorar el queso fresco semiblando entero cuajado a diferentes grados de temperatura.
- Evaluar la calidad físico – química, nutritiva y microbiológica del queso fresco semiblando al usar diferentes grados de temperatura al momento de cuajar.
- Determinar el nivel más óptimo de temperatura al cuajado de la leche (45, 50 y 55 °C), frente al testigo 40 °C.
- Establecer los costos de producción de cada uno de los tratamientos en estudio.
- Analizar el rendimiento de la leche en kg de queso.
- Valorar la vida de anaquel al primer y décimo día después de su elaboración.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. GENERALIDADES**

#### **1. Definición de leche**

La leche es considerada el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos<sup>G</sup> lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo (INEN 9 2012).

Leche cruda.

Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento, es decir su temperatura no ha superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40 °C) (INEN 92012).

La leche es un líquido secretado por las glándulas mamarias, cuyo propósito es servir de alimento al recién nacido (Spreer, F.1991).

#### **2. Propiedades físicas de la leche**

Badui, S. (2006), dice que la leche, al igual que todos sus derivados, presenta propiedades particulares que son reflejo de su composición y de las interacciones entre sus constituyentes. Las características físicas, como peso específico, tensión superficial, calor específico, temperatura de congelamiento, etcétera, se toman en cuenta para diseñar procesos como pasteurización, esterilización, homogeneización y transporte a los que se somete la leche; dado que estas propiedades son semejantes entre los productos lácteos.

La leche es un líquido de color blanco opalescente característico debido a la refracción de la luz cuando los rayos de luz inciden sobre las partículas coloidales

de la leche en suspensión. Un alto contenido de grasa, hace que presente una coloración cremosa, debido a los carotenos presentes en la grasa, a su vez la leche con bajo contenido en grasa toma un color ligeramente azulado (UNAD. 2012).

Manifiesta que el color blanco se debe fundamentalmente a una completa dispersión del espectro visible provocada por los glóbulos de grasa, también por las micelas de caseína y el fosfato de calcio coloidal (Badui, S. 2006).

A menor tamaño de partícula de los glóbulos grasos, mayor es el área de de la luz, y en consecuencia, el producto se ve más blanco; por el contrario, cuando estas partículas sólidas se asocian y dan como resultado agregados, como en la crema, se reduce la dispersión, lo que causa una tonalidad ligeramente azul. Vale indicar que los carotenoides y la riboflavina tienen algo de influencia sobre el color, ya que los primeros le confieren tonalidades amarillas, y verdes (Badui, S. 2006).

SENA. (1987), afirma que punto de congelación es la temperatura a la cual se solidifican los líquidos, en la leche este punto de congelación es siempre constante; es inferior al del agua ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), debido a sus componentes presentes en solución y se acepta como valor promedio  $-0,539\text{ }^{\circ}\text{C}$ , un incremento en el punto de congelación, es decir, aproximadamente a los  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  es relacionado directamente con agregado de agua, ya que significa una dilución de la concentración de las sustancias que se encuentran en solución verdadera en la leche.

SENA. (1987), recalca que la densidad de la leche es el peso de un volumen dado de la misma a una temperatura específica, a la densidad se designa con la letra D y se expresa en gramos por centímetro cúbico ( $\text{gr/cc}$ ) ó en kilogramos por litro ( $\text{kg/lit}$ ), la densidad aceptable para la leche es de:  $1,028$  a  $1,033\text{ gr/cc}$  a  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  de temperatura.

La acidez titulable normal se debe a la presencia de los grupos ionizables de las proteínas, como son los carboxilos de los ácidos aspártico y glutámico. El pH es de 6,5 a 6,7 y cualquier cambio en este valor indica una alteración del producto: por ejemplo, los pH menores se deben a una acidificación microbiana y los mayores a una posible infección de la vaca, como la mastitis (Badui, S. 2006).

SENA. (1987), dice que la leche cruda presenta una acidez titulable resultante de cuatro reacciones, las cuales, tres primeras son consideradas como acidez natural de la leche cruda y la cuarta reacción corresponde a la acidez que se va formando en la leche por acción de las bacterias contaminantes.

Acidez de la caseína anfótera, constituye cerca de 2/5 partes de la acidez natural.

Acidez de las sustancias minerales, del CO<sub>2</sub> y de ácidos orgánicos naturales, aproximadamente las 2/5 partes de la acidez natural.

Reacciones de los fosfatos, cerca de 1/5 parte de la acidez natural.

La determinación de este factor es muy importante porque puede dar lugar a determinar el grado de alteración de la leche. Normalmente una leche fresca presentara una acidez de 0,15 a 0,16 %, valores menores pueden indicar que es una leche proveniente de vacas con mastitis, aguada o que contiene alguna sustancia química alcalina. Porcentajes mayores del 0,16 %, indican que la leche contiene bacterias contaminantes.

## **B. EL QUESO FRESCO**

### **1. Definición**

La NORMA INEN, 1528. (2012), define al queso el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido mediante:

Coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema, crema de suero o leche, de mantequilla o de cualquier combinación de estos ingredientes, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente más alto que el de la mezcla de los ingredientes lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso.

Técnicas de elaboración que comportan la coagulación de la proteína de la leche y/o de productos obtenidos de la leche que dan un producto final que posee las mismas características físicas, químicas y organolépticas que el producto definido. Badui, S. (2006), el queso es el producto que resulta de la precipitación de las caseínas, que deja como residuo el llamado suero de la leche; para llevar a cabo este proceso, se emplean básicamente dos métodos: por medio de la renina o cuajo, o bien, acidificar en el punto isoeléctrico de las caseínas (pH 4,6).

Revilla, A.(1996), manifiesta que el queso es el producto fresco o madurado obtenido de la coagulación mediante la acción de enzimas, y separación de suero de la leche, nata, leche parcialmente desnatada. El cual es un alimento apetecible que contribuye con variedad y atractivo, los quesos de diversas clases siempre han formado una fuente importante de nutrientes. Su gran variedad y sus características alimentarias lo pueden posicionar como un manjar de costo elevado o como artículo básico en sectores marginados de la población donde no existe la refrigeración. Los quesos frescos suaves, húmedos, con textura de mousse, se consumen en un lapso de tiempo que va de 1 y 15 días, antes de que empiece a formarse la corteza.

#### **a. Clasificación de los quesos**

Veisseyre, R.(2008), indica que los quesos se clasifican según sus características,



su contenido graso (semigrasos y magros), la consistencia de la pasta, el sabor, las características de la corteza, el origen de la leche para su fabricación, la forma característica de su molde, al extraer o no la mantequilla antes de la coagulación y también el modo de preparación y curado, por ser naturales o procesados.

**b. Según su contenido en materia grasa**

Los quesos de acuerdo al contenido en materia grasa se clasifican en:

Doble crema: Presentan un contenido no menor de 60 % de materia grasa.

Grasos: Su contenido es mayor de 40 y hasta 59,9 % de materia grasa.

Semigrasos: Su contenido entre 25 y 39,9 % de materia grasa.

Magros: El contenido va más de 10 y hasta 24,9 % de grasa.

De leche descremada: Su contenido menos de 10 % de materia grasa.

**c. Según su tipo de pasta y contenido de humedad**

Los quesos según el tipo de pasta y contenido de humedad se clasifican en:

Quesos frescos: Estos no se maduran, es decir que puede ser consumido una vez finalizada su elaboración. Tiene alto contenido de humedad y conservados a una temperatura menor de 4 a 8 °C, como el queso blanco.

Quesos de pasta blanda: Son elaborados con leche entera, semi o enteramente descremada, cuya pasta es cremosa y elástica. Son quesos de alta humedad, y deben ser almacenados a una temperatura menor a 8 °C.

Con maduración superficial con adición de mohos: Brie y Camembert. Maduración con mohos: Roquefort.

Quesos de pasta semidura: Son fabricados con leche entera o semidescremada, la cuajada es cocida, de consistencia elástica, son quesos de mediana humedad y deben almacenarse a una temperatura menor a 12 °C.

Maduración interna, clásica: Dambo Maduración interna, con formación de ojos: Gruyere.

Quesos de pasta dura: Son característicos por su masa compacta, consistente, de fractura frágil, su corteza es lisa y bien formada. Son quesos de baja humedad. Debe conservarse en lugares frescos y a temperatura no superiores a los 18 °C.

Maduración interna, clásica: Reggianito, Sardo.

Quesos fundidos: Se obtienen de quesos ya procesados, estos se reprocesan, con ayuda del calor, agregado de ingredientes agentes emulsionantes, esto permite obtener una masa compacta. Debe ser mantenida a una temperatura menor de 8° C.

#### **d. Según la textura de la pasta**

VILLAGOS, (2016), los clasifica de pasta dura a los quesos firmes, difíciles de cortar y teniéndolos que raspar algunas veces. Es imposible cortarlos en lonchas enteras porque se rompen, son muy concentrados de sabor y deliciosos.

- Semi-dura: La mayoría de los quesos pertenecen a este grupo, son consistentes, pero se pueden cortar en lonchas sin romperse.
- Blanda: Son los del tipo cremoso.
- Semi-blanda: A veces se dejan untar y otras quebradizos, y son veteados o azules.
- Muy blanda: Son los quesos frescos.

**e. Según su corteza**

Ministerio de Agricultura y Pesca Alimentación y medio ambiente. (2016), señala que los quesos de acuerdo a la consistencia de su corteza se clasifican en:

Sin corteza: Quesos frescos.

- Corteza seca.

Aquellos que forman su propia corteza de forma natural al orearse. Cuanto más tiempo, más secado y más o menos corteza.

- Corteza enmohecida.

En su proceso de maduración se les forma una corteza por moho que se deposita en su exterior y dicha corteza es comestible si se desea.

- Corteza artificial.

A estos se les coloca voluntariamente una corteza exterior para cubrirles, puede ser hojas, carbón vegetal, cera, extractos vegetales.

**f. Según el tipo de leche utilizada**

PONCELET. (2011), manifiesta que aparte de su clasificación por el origen de la leche del animal, además se clasifica por los diferentes tratamientos térmicos que tiene la leche antes de empezar el proceso de elaboración del queso:

- Leche cruda.

Este queso es procesado con leche que no ha sido calentada a una temperatura superior a 40 °C térmicamente, ni sometido a un tratamiento de efecto similar.

- Leche pasteurizada.

Los quesos elaborados con leche pasteurizada, que se obtiene al calentar la leche a una temperatura entre 72 °C – 76 °C durante 15 segundos o 61°C - 63 °C durante 30 minutos, seguido de un enfriamiento inmediato.

- Leche termizada.

Son los quesos de leche que ha tenido un tratamiento térmico permanente en elevar la leche a una temperatura entre 57 °C – 62 °C durante 15 a 20 segundos, seguido de un enfriamiento.

- Leche micro-filtrada.

Proviene de leche que se le ha realizado un micro-filtrado. Este proceso consiste en separar la nata de la leche, posteriormente se filtra la leche desnatada a través de unas membranas muy delgadas que atrapan las bacterias y finalmente a esta leche filtrada se le incorpora la nata en proporciones requeridas. PONCELET. (2011).

#### **g. Según el tipo de elaboración**

PONCELET. (2011), indica que atendiendo a dónde quien y como se elaboran, podemos clasificarlos de la siguiente forma.

Quesos "fermier" o de granja

Son aquellos elaborados por artesanos a pequeña escala y en la propia granja, en el chalet de "alpage" (alta montaña), se usa únicamente la leche cruda procedente de sus propios animales. Estos quesos son quesos de alta calidad, de producción limitada en cantidad y donde la estacionalidad afecta a la singularidad del queso.

El quesero interviene en todas las partes del proceso, desde el manejo y alimentación del ganado, hasta la elaboración y maduración del queso. No existe ningún proceso automatizado y continuo, aunque puede disponerse de algún tipo de ayuda mecánica.

- Quesos artesanales.

Son los elaborados con procesos tradicionales y en general mediante estructuras pequeñas que suelen oscilar entre 1 y 5 personas. La leche procede de granjas cercanas a su quesería y son controladas por el quesero. Son elaborados con leche cruda o pasteurizada, lo más habitual y aconsejable es que sean de leche cruda.

- Quesos "latiere" o cooperativas.

Se realizan con leche de miembros del grupo, con una capacidad más amplia en el radio de recogida de leche y esta diversidad de ganaderos trae consigo una mezcla de leches. La fabricación es semi-automatizada y la normalización se basa en una preocupación por el rendimiento medio, que combina la seguridad y la productividad.

- Quesos industriales.

El queso proviene de una industria láctea, de leche adquirida a diferentes granjas, a veces muy distantes unas de otras, con un proceso estandarizado que se realiza a gran escala. En la cual se estandariza la materia prima (leche), con el indispensable uso de la pasteurización, terminación o micro-filtración (PONCELET. 2011).

#### **h. Según la intensidad fresca o dulce**

Revilla, A. (2006), indica que los quesos de intensidad fresca, su sabor es ligeramente ácido y láctico, a su vez los de intensidad dulce se caracterizan por una cremosidad alta. Los de intensidad fresca los tenemos en quesos frescos y

con una textura lisa y granulosa, ejemplo quesos de Burgos, cuajadas, petitsuisse, y quesos de cabra lácticos.

- Intensidad poco pronunciada

Corresponde en general a todos los quesos cuya maduración es corta y marcados sabores, sobre todo a leche y a mantequilla. Los encontramos en pastas blandas (Camembert, Brie, Coulommiers), como los de pasta prensada de menos de 2 - 3 meses de maduración (Reblochon, Cantal).

- Intensidad pronunciada

También denominados aquellos "quesos con carácter", y son aquellos donde su maduración está en su punto y predominan sabores a leche cocida, cereales, frutos secos, vegetales. Podríamos incluir en este grupo, los quesos de pasta cocida afrutados como por ejemplo Gruyère o los Beaufort y los de pasta azul blandos como el Cashel Blue y de cabra de pasta prensada semicurados.

- Intensidad fuerte

Esta intensidad se logra cuando el sabor tiene un toque picante que se mezcla con las características aromáticas del propio queso, predominando las de animal y establo, y con un punto de salado razonable. Entre otros los encontramos frecuentemente en quesos de pasta blanda y de corteza lavada Livarot, Maroilles, Epoisses, Munster. En quesos azules como FourmeAmbert o Montbrison o en quesos de pasta prensada curados.

- Intensidad muy fuerte

Son algo más picante que la intensidad fuerte, más duradera, pueden ser incluso ligeramente agresivos y tienen la sal más pronunciada. Los encontramos en

algunos quesos azules o en quesos muy curados (añejos), y en quesos con doble fermentación.

#### **i. Condiciones higiénico – sanitarias**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES. (2015), indica que en el proceso de elaboración de quesos, hay un aspecto fundamental a tener en cuenta. Son las condiciones higiénico-sanitarias de la leche. La máxima precaución debe adoptarse en utilizar leche de animales que tengan control veterinario certificado, libres de brucelosis, tuberculosis, leptospirosis u otros agentes patógenos.

Cuando no se disponga con garantías sanitarias, para el control de enfermedades transmitidas por productos lácteos, el tratamiento de pasteurización de la leche es necesario. Si necesita fabricar el queso con leche pasteurizada, la pasteurización de la leche se logra a una temperatura constante de 67 °C; por 30 minutos, y durante 4 segundos, a 71 °C. También se puede usar leche que haya llegado a punto de hervir, de igual forma el cuajo a emplearse debe ser de buena calidad. El queso puede contaminarse con bacterias, mohos u hongos si se utiliza cuajo que no haya sido bien producido y almacenado, y este debe almacenarse a 0 °C y 4,4 °C.

El estado de limpieza y las correctas condiciones de manipulación del producto, en todas sus etapas, son necesarias para la obtención de un queso en condiciones higiénicas aptas para el consumo (UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES, 2015).

### **A. PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE QUESOS**

#### **1. Recepción de la Leche**

Veisseyre, R. (2008), dice que es un proceso conjunto de actividades seguidas mediante las cuales se recibe la leche, previo al análisis para verificar que los

parámetros se encuentren dentro de los requisitos generales que se especifican en la norma INEN 9:2012 los mismos que son: pH acidez, densidad, materia grasa, prueba de alcohol, sedimentación, etc.

## **2. Filtración**

Sánchez, J. (2005), manifiesta que se lo realiza al igual que para la producción de leche fluida, es un método físico por el cual se eliminan las impurezas que pueden haber caído en la leche de manera involuntaria, pudiendo hacerlo a través de filtros fibrosos, tamiz, mallas, paño, etc.

## **3. Estandarización**

Veisseyre, R. (2008), es un proceso en el cual se balancea el porcentaje de materia grasa en la leche para la elaboración de las distintas clases de quesos las cuales se rigen normas internacionales o nacionales con respecto al porcentaje de MG/MS. Para que las características del queso sean las deseadas, y elaborar un producto estandarizado hay que ajustar el contenido de MG en la leche a un determinado nivel la misma que depende de lo siguiente:

- Materia grasa en la materia seca del queso
- Contenido de sólidos no grasos en la leche

Los valores de transición de los componentes sólidos en la leche. Hay que ser muy preciso en la estandarización, una error de 0,1 % MG en la leche da un cambio de 1 % en MG/MS en un queso de aproximadamente con un 45 % MG/MS.

## **4. Llegada a la tina**

Saiven, N. (2007), manifiesta que la leche debe vértice en la tina con cuidado para evitar una mezcla de aire y formada de espuma por la agitación fuerte. La



espuma puede causar una formación de huecos irregulares en el queso además se hace difícil saber cuál es el momento exacto para cortar la cuajada. Por lo cual se debe vaciar la leche contra la pared de la olla o en la superficie para que no absorba aire. Si hay espuma en la superficie se debe extraer con un paño.

## **5. Pasteurización**

González, M. (2002), afirma que el objetivo de pasteurizarla leche es destruir y controlar las bacterias patógenas y también las bacterias que disminuyen la conservación de la leche y del queso. Se sugiere aplicar la pasteurización lenta tipo abierta, esto es 63 °C – 65 °C por 30 minutos. No es aconsejable un tratamiento térmico muy elevado, ya que causa una disminución de la aptitud de la leche para coagular con el cuajo, lo que representa mayor tiempo de coagulación o coágulo muy débil, un desuerado más lento y pérdida de materia seca en el suero por un coágulo blando. Al no disponer los equipos apropiados para realizar la pasteurización, también se puede esterilizar la leche con agua oxigenada, aunque no es muy efectiva pero logra controlar un porcentaje importante de los microorganismos perjudiciales

## **7. Enfriamiento**

Pérez, A. (2001), manifiesta que seguidamente de la pasteurización la leche deber ser enfriada a 38 °C – 40 °C que es la temperatura en la cual actúa las enzimas del cuajo para la formación del cuajo.

## **8. Adición de cloruro de calcio**

La carencia de calcio disponible para la coagulación da como resultado perdidas significantes de caseína y grasa además de una sinéresis débil durante la elaboración, se recomienda poner el calcio de 5 a 20 g de cloruro de calcio en cien litros de leche pasteurizada, propicia la formación de un coágulo firme, La adición de calcio excesivo da como resultado un cuajo muy duro (Hansen, 2001)

## **9. Adición de cuajo**

González, M. (2002), afirma que la coagulación es una serie de modificaciones fisicoquímicas de la proteína que producen la coagulación da como resultado de la acción conjunta de la acidificación por las bacterias lácticas y de la actividad del cuajo. La adición del cuajo a la leche es de mucha importancia en la elaboración del queso.

En los quesos frescos, de coagulación fundamentalmente láctica se usan cantidades mínimas de cuajo y actúan a temperaturas entre los 15 °C y 20 °C.

En los quesos de coagulación principalmente enzimática se utilizan cantidades de cuajo superiores de cuajo a temperaturas elevadas entre 30 °C y 35 °C para acelerar la coagulación.

Pérez, A. (2001), sugiere que la cantidad a utilizarse por cada 100 litros o por litro de leche, depende de la forma de presentación y de las casas comerciales, mismo que se debe disolver unas 40 a 50 veces su volumen en agua. La disolución del cuajo asegura una buena distribución de este en la tina y la sal facilita su disolución. Una vez añadido a la leche agitar y mezclar durante 2 a 5 minutos pero despacio.

## **10. Tiempo de coagulación**

Veisseyre, R. (2008), aduce que la coagulación o solidificación de la leche, se denomina cuajada y tiene una apariencia de gelatina blanca y se forma una vez adicionado el calcio, cuajo y a la temperatura adecuada. Es el periodo que transcurre desde la adición del cuajo hasta el instante en que la cuajada presenta la consistencia adecuada para realizar el corte y el desuerado según se considere el tiempo es de 30 minutos a 40 minutos.

## **11. Corte de la cuajada**

Revilla, A. (2006), indica que según los requerimientos del técnico quesero se cortara la cuajada cuando presenta la firmeza adecuada, que tiene un lapso de tiempo de 30 a 40 minutos luego de haber cuajado la leche. Una cuajada adecuada es elástica, suave, homogénea y puede ser cortada con la ayuda de una lira. Cuando el corte se realiza en una cuajada muy blanda se pierde grandes cantidades de sólidos de la leche en el desuerado, lo que representa pérdidas económicas. Al ser la cuajada es muy firme es difícil de cortar y el tamaño de los granos son muy deformes, lo cual representa una tarea difícil controlar el desuerado, acidificación y textura del queso final. Al elaborar queso fresco se realizara el corte de la cuajada en cubos con la ayuda de una lira que tiene una distancia de 1,5 a 2 cm.

González, M. (2002), manifiesta que el corte de la leche cuajada se lo realiza con el objetivo de dividir en porciones pequeña para que se separe el suero y este sea extraído, según el tipo de queso a elaborar este procedimiento es intenso o leve ya que para cada queso existe una dimensión adecuada, esto se lo realiza con la ayuda de instrumentos aptos como liras pueden ser manuales o automáticos, este procedimiento se lo realiza hasta cuando tenga una consistencia esperada de la cuajada.

## **12. Primera agitación**

Barboza, G. (2000), dice que seguidamente del corte, los granos de la cuajada son débiles por lo que la agitación debe ser muy leve y meticulosa para no romper los granos y perder sólidos en el suero. En la elaboración de queso fresco se deja en reposo la masa por 30 minutos antes de empezar la agitación. El reposo le permite a los granos tener una estructura más sólida. Es muy importante en esta etapa romper todos los cubos de granos que se formaron después del corte. Durante la primera agitación, ocurre la primera separación del suero que es muy rápida y los granos se vuelven muy firmes; por lo que, se puede intensificar la agitación. Esta agitación dura entre 15 y 25 minutos hasta cuando los granos sean más firmes y estos aglomeren.

### **13. Desuerado**

Revilla, A. (2009), el desuerado suele ocurrir de forma espontánea por la contracción de la cuajada y está influenciada por la acidez y la temperatura, batido y tamaño de la cuajada. El desuerado es distinto en función del tipo de coagulación de la leche que puede ser ácida o enzimática.

Madrid, A. (2009), explica que la función del desuerado es dar lugar para que el agua de calentamiento y reducir el consumo de calor. También el desuerado permite realizar una agitación más rápida con lo cual es más fácil evitar la formación de aglomerados durante el calentamiento. Normalmente se desuera del 30 y 35 % del total de litros de leche cuajada.

### **14. Calentamiento y lavado de la cuajada**

Veisseyre, R. (2008), dice que el objetivo del calentamiento es incrementar la sinéresis y acelerar la evacuación del suero. Al calentar se afecta directamente la capacidad física de la cuajada para retener humedad ya que las proteínas absorben menor cantidad de agua a altas temperaturas.

También, de la separación del suero y con este la lactosa permite que las bacterias se multipliquen más lentamente, provocando también una acidificación más reducida. La temperatura a usar depende del tipo de queso, para el queso fresco la temperatura del agua está entre 40 °C y 45 °C.

El agua se debe colocar lenta y constantemente por las paredes de la tina, la misma debe ser limpia y de calidad y estar libre de materias extrañas, la cantidad que se añade similar o equivalente a la cantidad de suero que se extrajo en el desuerado.

## **15. Segunda agitación**

Culqui, C. (2009), la realiza con mayor rapidez que la primera con un tiempo que va de 5 a 10 minutos según el tipo de queso. Varias investigaciones señalan que una variación en el tiempo de agitación no influye considerablemente en los valores de la humedad y pH, en el resultado final los resultados organolépticos concluyen que los quesos con mayor tiempo de agitación tienen mejor textura en relación a los quesos semi-duros.

## **16. Adición de Sal**

Revilla, A. (2006), sugiere que la sal se usa casi todos los tipos de quesos en una proporción apreciable (hasta 600 gramos por 100 litros de leche), la misma que se vierte en el agua del lavado. La sal da el sabor, el cuerpo, controla los microorganismos, las enzimas.

Medina, M. y Aragundi, E. (2007) señala que los objetivos principales del salado son:

Reducir la proliferación de microorganismos patógenos, ya de esto depende la conservación del producto.

Ayudar a eliminar el suero de la cuajada.

Controlar los microorganismos de cultivo inicial.

Dar aroma y sabor al queso.

## **17. Separación de la cuajada y el suero**

González, M. (2002), menciona que el desuerado está cerca del 70 % del suero total y las actividades mecánicas o manuales para extraer la cuajada del

suero son muy distintas en la práctica diaria.

### **18. Moldeado**

Para, Revilla, A. (2006), el moldeado del queso tiene como función dar al queso forma y tamaño de acuerdo a sus características, tradición y a las exigencias del mercado. Las distintas formas del queso son esféricas, prismática, cilíndrica, de cono truncado. Cuando se vierte la cuajada en los moldes en general se colocan estos de malla o paño para ayudar el escurrido de algo de suero y para dar forma a la corteza. Actualmente se usan moldes de acero inoxidable y plásticos con telas metálicas o fibras sintéticas que remplazan los de lienzo. Casi en todos los quesos el proceso de moldeado finaliza con un prensado con la finalidad de dar la forma tradicional del queso correspondiente.

Además, es parte importante en el proceso de formación de cáscara, además la unión de los granos y expulsión del suero suelto.

La presión y el tiempo de prensado depende de factores como, el tamaño del queso, la dureza del queso, el contenido de materia grasa, temperatura de presión.

### **19. Envasado**

Veisseyre, R. (2008), manifiesta que antes de ser comercializados los quesos, deben ser lavarlos bien y envasarlos para que se presenten bien a los clientes. Los objetivos del envasado, dar al producto una apariencia limpia y atractiva, disminuir la evaporación de agua, proteger el queso del ataque de microorganismos y perturbaciones mecánicas. Se usan fundas plásticas, pudiendo realizarse también en láminas de aluminio o películas sintéticas. Para el traslado a mercado se usan gavetas.

Rufine, V. (2009), aduce que este proceso se realiza con mucho cuidado y en condiciones totalmente limpias, se los coloca en distintos materiales como bolsas plásticas empacadas al vacío, para quesos semi duros se usa parafinados con o sin colorante, el objetivo evitar que se impregnen bacterias y se desarrollen mohos en la corteza, a una temperatura de 4 °C a 5 °C.

## **B. Rendimiento del queso**

Hansen, M. (2001), define como el control de “litros por kg” como un rendimiento económico a mediante el cual el empresario calcula el costo final de la producción de su kg de queso, tomando en consideración el precio pagado por 1 litro de leche y el volumen necesario para producir 1 kg de queso.

El rendimiento técnico, por otro lado, sería aquel en el cual en base a datos físico-químicos referentes a la composición de la leche, del suero resultante y del queso obtenido, el técnico determina si hubo un aprovechamiento ideal de los sólidos de la leche que pueden ser transferidos al queso.

También, este cálculo permitirá establecer comparaciones entre diferentes fabricaciones de un mismo tipo de queso, aunque estos presenten composición físico-química diferente. Este puede alterar considerablemente el rendimiento económico, influenciando por el costo final de un queso y en última instancia, su competitividad en el mercado.

### **a. Factores que afectan el rendimiento del queso**

Luquet, F. (2003), afirma que los principales factores que influyen el rendimiento de la elaboración de los quesos se dividen en dos grupos:

## **1. Factores directos**

Luquet, F. (2003), señala que los factores directos que afectan el rendimiento del queso son:

### **a. Composición de la leche.**

Especialmente su porcentaje de proteínas y grasa, tienen un papel importante en el rendimiento. En relación a las proteínas, se toma en cuenta de manera muy especial a la caseína, que es la fracción coagulable por el cuajo y que al formar una red (paracaseinato de calcio), aprisiona en diferentes proporciones, los demás elementos de la leche como la grasa, lactosa, sales minerales, etc.

Si se aumenta el porcentaje de caseína en la leche, el rendimiento se ve incrementado por el propio peso de la proteína.

### **b. Composición del queso**

El factor más importante es el porcentaje de humedad del queso. Cuanto mayor sea el porcentaje de agua de un queso, el rendimiento del producto será más elevado. Siempre es ideal mantener un porcentaje de humedad compatible con las características funcionales y sensoriales deseadas en un queso determinado, lo mejor es la estandarización de la humedad en el extracto seco sin grasa del queso.

### **c. Pérdidas en el corte**

No es posible cortar una cuajada sin que se produzcan pérdidas parciales de sólidos de la leche en el suero. También, estas pérdidas pueden ser controladas a través de una coagulación de la leche y de un cuidadoso corte de la cuajada.



La velocidad del corte y el tamaño de los granos, también la intensidad de la agitación realizada inmediatamente después del corte, tienen gran influencia en las pérdidas de grasa y proteínas en el suero. Por otro lado, el proceso de coagulación se ve afectado por otros factores, como la temperatura de pasteurización de la leche, su porcentaje de calcio y de proteínas, la acidez y el pH, la temperatura de adición del cuajo.

## **20. Factores indirectos**

Chamorro, M. (2002), considera que los factores indirectos que afectan el rendimiento del queso fresco:

### **a. Almacenamiento de la leche en silos de frío:**

El almacenamiento por periodos de tiempo de la leche cruda a bajas temperaturas causa cambios fisicoquímicos en la leche, como la disociación parcial de la caseína miscelar (fracción  $\beta$ ), que pasa para la fase soluble aumentando las pérdidas de nitrógeno, materia grasa y partículas de cuajada y consecuentemente reduciendo el rendimiento del queso.

Recuento Psicrótrofos: los psicrótrofos son microorganismos, como los del género *Pseudomonas* *Achromobacter*, que pueden desarrollarse rápidamente en la leche inclusive a bajas temperaturas de almacenamiento.

Son productos de lipasas y proteasas altamente termo resistente que soportan la pasteurización y hasta la esterilización de la leche. Estas proteasas pueden degradar lentamente la caseína aumentando la pérdida de nitrógeno y partículas de la cuajada en el corte. La buena higiene en el ordeño de las vacas puede reducir notoriamente este tipo de contaminación.

**b. Recuento de Células Somáticas (CCS):**

La mastitis es una infección microbiana que ataca la ubre de las matrices lecheras, degradando el tejido celular y promoviendo la secreción sanguínea de glóbulos blancos (leucocitos), los cuales son parcialmente transferidos a la leche incrementando así el CCS. Si este recuento sobrepasa  $2 \times 10^6$  células/ml, las enzimas proteolíticas producidas alcanzan una concentración suficiente para degradar la caseína al punto de disminuir el rendimiento de la elaboración.

Tipo de cuajo utilizado.

Todos los cuajos utilizados son caracterizados por la presencia de una o más proteasas que atacan la fracción K de la caseína, causando la coagulación de la leche. La enzima que tenga la mejor actuación coagulante con la más alta especificidad y que por tanto permite el mejor aprovechamiento de los elementos de la leche en la cuajada proporcionando así mayor rendimiento es la quimosina (presente en los cuajos obtenidos por fermentación genéricamente conocidos como “genéticos”), seguida por la pepsina bovina.

**c. Pasteurización de la leche**

La leche al ser pasteurizada un pequeño porcentaje de las proteínas del suero son desnaturizadas (cerca del 2 - 3 %), la  $\beta$ -lactoglobulina desnaturizada tiende a asociarse a la K-caseína y pasa en parte para la cuajada en contraposición con la pérdida en el suero que ocurre usualmente con las proteínas séricas. Este fenómeno causa un pequeño aumento en el rendimiento por la presencia de la proteína sérica y también por su conocida capacidad de hidratación. Se deduce que al comparar la leche cruda con la pasteurizada, ésta última es la que posibilita el mayor rendimiento.

Cuanto mayor sea la temperatura de pasteurización, mayor será el índice de desnaturización. Sin embargo, no es aconsejable el uso de temperaturas

superiores a 75 °C/15 segundos. Púes la cuajada se torna más blanda con riesgo de mayores pérdidas en el corte y el queso se tornará más húmedo, madurando más rápidamente y con mayor riesgo de presentar gusto amargo (mayor retención de cuajo), además de presentar posibles problemas de corte después de un corto tiempo de maduración.

Concepto de rendimiento, cuando se habla de rendimiento, normalmente se piensa en la relación de litros de leche que fueron necesarios para elaborar 1 Kg., de un determinado tipo de queso.

### **C. Pruebas sensoriales**

Las pruebas afectivas son aquellas que buscan establecer el grado de aceptación de un producto a partir de la reacción del juez evaluador. Por otro lado, las pruebas de discriminación son aquellas en las que se desea establecer si dos muestras son lo suficientemente diferentes para ser catalogadas como tal. Finalmente, las pruebas descriptivas intentan definir las propiedades de un alimento y medirlas de la manera más objetiva posible (Anzaldúa. y Morales, A. 1994)

.

#### **1. Pruebas de aceptación.**

Las pruebas son utilizadas para evaluar la aceptación o rechazo de productos aunque esto pareciera rutinario, el planteo debe ser muy riguroso para obtener datos significativos.

Estos análisis responde a requerimientos de mercado para apreciar tendencias de consumo en un grupo de población objetivo y es competitivo con otros ya existentes, es usado para detectar diferencias en la formulación o envasado de productos, estas pruebas se debe tomar en cuenta como un punto importante a los consumidores ya habituales y se debe elegir al azar los catadores.

Se debe formular las preguntas con un extremo para evitar condicionar las respuestas, las pruebas se deben realizar en ambientes semejantes a los reales como calles parques para evitar que los resultados sean acomodados además y en casos se realiza en laboratorios donde el ambiente es controlado, en función del método planteado y de los consumidores se deben tomar en consideración estos aspectos.

Precisar bien cuál es el problema a resolver

Usar grupos definidos y no entrenados

Plantear preguntas hedónicas sencillas y comparaciones fáciles de responder.

Tener en cuenta las limitaciones de los resultados en función de las condiciones artificiales a la que fueron expuestos los panelistas.

Es recomendable que entre muestra hay un lapso de tiempo de 1 - 3 minutos para minimizar la adaptación.

## **2. Prueba triangular.**

En esta prueba se presentan tres muestras simultáneamente, dos de ellas son idénticas y una es de una formulación diferente. El panelista debe indicar cuál de las tres es la muestra diferente. Al igual que con la prueba igual diferente, esta prueba permite al investigador conocer si existe diferencia perceptible entre dos productos sin tener que especificar la naturaleza de la posible diferencia (Anzaldúa-Morales, 1994). La hipótesis nula para la prueba triangular establece que la probabilidad de escoger la muestra diferente cuando no existe diferencia entre las muestras es de uno en tres ( $H_0: P_t=1/3$ ). Para esta prueba, existen seis posibles secuencias de presentación de las muestras (AAB, ABA, BAA, BBA, BAB, ABB) que deben ser presentadas a los jueces en igual número y de manera aleatoria. ( Anzaldúa y Morales, A. 1994).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN:

La Fábrica “SAN DIEGO” está ubicada en la parroquia San Juan, sector el estadio, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo cuyas condiciones meteorológicas de la zona son las siguientes y se detallan en el (cuadro 1).

Cuadro 1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA PARROQUIA SAN JUAN.

Parámetro	Promedio
Altitud, msnm	3240
Temperatura, ° C.	12 a 16
Humedad relativa, %	70 - 88
Viento, km/h	15.46
Precipitación, mm	500 a 1000

Fuente: GAD Parroquia San Juan (2016).

La duración de la investigación fue de 70 días, distribuidos desde el reconocimiento de la planta limpieza y desinfección, inicio de la investigación análisis bromatológico, microbiológico y pruebas de aceptación, y el análisis de los resultados obtenidos.

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El experimento se realizó en un ensayo, en cada unidad experimental se utilizó 30 litros de leche por tratamiento y se realizó 5 repeticiones con un total de 150 litros de leche por tratamiento, dando un total de 600 litros en toda la investigación ya que cada queso se elaborará con 3 litros de leche cuyo peso aproximado será de 500 g.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearán para el desarrollo de la presente investigación se detallan a continuación:

### **1. Materiales**

- Moldes de acero inoxidable.
- Tacos para la prensa.
- Mallas plásticas.
- Baldes plásticos.
- Cernideros.
- Prensador.
- Mesa.
- Lira.
- Tanque para el suero.
- Jarra.
- Marmita.
- Mantales.
- Balanza.
- Cuchara.
- Paleta plástica.
- Cepillo.
- Fundas.

### **2. Equipos**

- Acidómetro.
- Peachímetro.
- Termómetro.
- Balanza.
- Probeta.

- Lactodensímetro.
- Pipeta.

### 3. Insumos

- Cloruro de calcio
- Cuajo
- Sal yodada
- Agua
- Desinfectante de manos
- Jabón industrial

### 4. Instalaciones

La quesera dispone de todos los materiales y equipos necesarios para la elaboración de quesos en una un área de 150 m2.

## D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó el comportamiento, del queso fresco cuajado a diferentes temperaturas que fue de 40 °C como testigo y los tratamientos 45, 50 y 55 °C respectivamente, con 5 repeticiones cada uno, el tamaño de unidad experimental fue de 30 litros por repetición, con un total de 150 litros por tratamiento y un total de 600 litros para la investigación.

Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) y para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$ : Valor de la variable en determinación.

$\mu$ : Media general.

$T_i$ : Efecto de las temperaturas.

$\varepsilon_{ijk}$ : Efecto del error experimental.

## 1. Esquema del experimento

El esquema del experimento se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. ESQUEMA DE EXPERIMENTO.

Tratamiento	Código	T.U.E	Repeticiones	Litros / Tratamiento
Adición del cuajo a 40°C	T0	30	5	150
Adición del cuajo a 45°C	T1	30	5	150
Adición del cuajo a 50°C	T2	30	5	150
Adición del cuajo a 55°C	T3	30	5	150
TOTAL				600

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental

La composición química de la leche se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. COMPOSICIÓN DE LA LECHE.

Componentes	Leche entera	Yogur	Quesillo	Queso
Energía (Kcal)	61	61	103	356
Agua (g)	88	88	79	41
Proteína (g)	3,2	3,5	12,5	24,9
Grasa (g)	3,3	3,3	4,5	27,4
Grasa saturada(g)	1,9	2,1	2,9	17,6
Grasa monoinsaturada (g)	0,8	0,9	1,3	7,7
Grasa poliinsaturada (g)	0,2	0,1	0,1	0,7
Colesterol (mg)	10	13	15	114
Sodio (mg)	43	46	405	819
Carbohidratos (g)	4,8	4,7	2,7	2,2
Vitaminas	Vitamina B <sub>12</sub> , Riboflavina, Vitamina A, Niacina, Vitamina B <sub>6</sub>			
Minerales	Calcio, Zinc, Fósforo, Magnesio, Yodo			

**Fuente:** USDA National Nutrient Reference Database for Standard Reference. Release 24 (2011).



## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Los indicadores que se evaluaron en la presente investigación son:

### **1. Análisis Físico – Químico**

- Proteína, %.
- Grasa, %.
- Ceniza, %.
- Humedad, %.

### **2. Valoración Productiva**

Suero y porcentaje de suero.

- Rendimiento.
- Conversión de leche /queso.

### **3. Análisis Microbiológico**

- Coliformes totales UFC/g.
- Coliformes fecales UFC/g.

### **4. Análisis sensorial**

- Prueba triangular.
- Prueba de aceptación.

### **5. Vida de anaquel**

- Al primer día.

- Al décimo día.

## 6. Análisis económico

- Beneficio/costo, \$.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

En la presente investigación, los tratamientos fueron modelados en un Diseño Completamente al Azar (DCA), los datos numéricos de campo y de laboratorio generados en la propuesta investigativa fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

Análisis de la Varianza en el paquete estadístico SAS versión 9.4 software, e INFOSTAT, versión 2008.

Separación de Medias de los tratamientos mediante la utilización de la prueba de Tukey, al  $P < 0,05$  y  $P < 0,01$ .

### 1. Esquema del ADEVA.

El esquema del análisis de varianza que se utilizó para el desarrollo de la presente investigación se detalla a continuación en el (cuadro 4).

A continuación se detalla el esquema del ADEVA.

Cuadro 4. ESQUEMA DEL ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Descripción del experimento**

Se utilizaron 150 litros de leche en cada tratamiento previo un análisis de las propiedades físico químicas de la materia prima. Las actividades que se realizaron en el desarrollo de la presente investigación realizada se detallan a continuación.

- **Recepción de la leche**

Se procedió a la recepción la leche, previamente realizando el respectivo control de calidad de la leche como son olor, color, acidez, pH, densidad, pruebas de la estabilidad proteica con alcohol.

- **Filtración**

Se procedió a la filtración de la materia prima para eliminar todas las impurezas de la leche presentes en la misma como consecuencia del ordeño, se realizó a través de filtros, tamiz.

- **Pasteurización y enfriamiento**

Luego se realizó la pasteurización de la leche a 82 °C por 1 minuto para eliminar y controlar la carga bacteriana presente en la leche. Una vez pasteurizada se procedió al enfriamiento de la leche a una temperatura de 65 °C para la adición del cloruro de calcio.

- **Adición de cloruro de calcio**

Se procedió a la adición del calcio líquido la cantidad de 20 ml / 100 litros de leche a 65 °C para que se disuelva en toda la leche.

- **Adición de cuajo y coagulación**

La adición de cuajo ayuda a coagular la caseína de la leche, la cantidad a utilizar por cada 100 litros de leche fue 10 ml disueltos en 500 ml de agua, a una temperatura de 40, 45, 50 y 55 °C en función del tratamiento respectivo.

La coagulación o solidificación de la leche, se llama cuajada y tiene una apariencia de gelatina blanca y se forma una vez adicionada la cantidad exacta de calcio, cuajo y a la temperatura adecuada.

- **Corte de la cuajada y desuerado**

Una vez que se llevó a cabo la coagulación de la leche, después de 30 o 35 minutos se realizó el corte del producto formado, utilizando liras de acero inoxidable provistas de cuerdas de nylon tensadas, que son las que realizan el corte de la leche cuajada. Esta operación fue realizada en un tiempo de aproximadamente de 2 a 3 minutos.

El desuerado se dio previamente 10 minutos de agitación lenta, auxiliado con las palas plásticas y luego se agito por 5 minutos lentamente para dejar en reposo hasta que el suero se separe de la cuajada y esta se madure, se extrajo el suero en un porcentaje del 50 al 55 % del total de la leche cuajada.

- **Salado**

La sal cumple la función de dar sabor al queso dar la textura del queso y de conservar el mismo, esta se adiciono en una relación del 1,5 % en función del total de la leche utilizada.

- **Moldeado y prensado**

Se procedió a sacar la cuaja y colocar en los moldes con la ayuda de un recipiente en el número respectivo de moldes, y luego se volteo los quesos para ayudar a que el queso expulse el suero y así se vaya amoldando y formando de una manera adecuada.

El prensado es un proceso que se efectuó en una prensa de queserías, con las que se ejerció sobre el queso determinada presión que aumento progresivamente durante el curso de la operación por un lapso de 1,5 a 2 horas para extraer la mayoría de suero posible.

- **Empaquetado y etiquetado**

Una vez culminado el prensado del queso se realizó el oreado del mismo, para luego realizar el empaquetado final y el etiquetado, para evitar la contaminación del producto y este ayuda a la conservación del mismo.

## **H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN**

Las variables experimentales que se evaluaron en el presente trabajo experimental son realizadas de acuerdo a la siguiente metodología:

### **1. Análisis bromatológico**

Para el análisis bromatológico se enviaron muestras de 200 gramos de cada tratamiento con su respectiva codificación al laboratorio SAQMIC para su respectivo análisis.

**a. Determinación del contenido de humedad**

La determinación de la humedad en la muestra se realizó en base a la norma NTE INEN 63.

**b. Contenido de grasa**

Para determinar el contenido de grasa en las muestra se realizó en base a la norma NTE INEN 64.

**c. Contenido de ceniza**

Para determinar el contenido de ceniza en las muestra se realizó en base a la norma NTE INEN 520.

**d. Contenido de proteína**

Para determinar el contenido de ceniza en las muestra se realizó en base a la norma NTE INEN 16.

**e. Cantidad de suero y porcentaje**

Para determinar la cantidad del suero se recolecto en recipientes individuales desde el inicio el proceso hasta culminar con el prensado y esto se sumó el total para realizar el cálculo en porcentaje con la siguiente formula.

$$\text{suero \%} = \frac{\text{Total litros suero}}{\text{Total litros de leche}}$$

**f. Conversión (leche/queso)**

La conversión leche queso, se determinó por medio de la cantidad de leche utilizada dividida para el peso del queso obtenido y representa cuantos litros de leche se requieren para producir 1kg de queso

$$\text{Conversión leche/queso} = \frac{\text{Leche empleada(kg)}}{\text{Queso obtenido(kg)}}$$

**g. Rendimiento (quesos/leche), %**

Se obtiene con la cantidad de queso obtenido por litro de leche, generalmente expresada en porcentaje y matemáticamente se calcula con la siguiente ecuación.

$$\text{Rendimiento queso/leche) = } \frac{\text{Queso obtenido(kg)}}{\text{Leche empleada(kg)}} \times 100$$

**2. Análisis Microbiológico**

Para el análisis microbiológico se enviaron muestras de 200 gramos de cada tratamiento con su respectiva codificación al laboratorio SAQMIC, para su respectivo análisis.

**a. Coliformes totales UFC/g**

Para el análisis de este parámetro se basó en la norma NTE INEN 1529-7.

**b. Coliformes fecales UFC/g**

Para el análisis de este parámetro se basó en la norma NTE INEN 1529-8.

### **3. Análisis sensorial**

#### **a. Prueba de aceptación**

Pruebas de aceptabilidad se realizaron en el laboratorio de alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, se procedió a preparar las muestras en platos desechables previamente codificados con los tratamientos respectivos se colocó 15 g de queso de cada tratamiento para los diferentes catadores más un vaso de agua y se les entregó una hoja con las especificaciones de las características que se evaluaron en la catación de cada queso, para luego ser analizados e interpretados los resultados obtenidos.

#### **b. Prueba triangular**

En esta prueba de igual forma se realizó la catación con dos tratamientos para observar si pueden identificar la diferencia, para lo cual se identificaron los platos con los códigos que se realizaron aleatoriamente se colocó en las cabinas de catación con un vaso de agua y la hoja de respuesta con cada atributo que fue preguntado a cada catador, todos los resultados se recolectaron para ser analizados e interpretados.

### **4. Vida de anaquel**

Para determinar la vida de anaquel se tomó en consideración el pH al primer día y al décimo día, se registró a un número determinado de quesos y estos se mantuvieron a una temperatura de 4 °C, constante.

### **5. Análisis económico**

Para calcular el costo de producción se determina sumando los gastos totales y divididos para el número de quesos en cada tratamiento.



$$\text{Costo de producción, Dólares/litro} = \frac{\text{Egresos totales, dolares}}{\text{Número de quesos obtenidos.}}$$

- **Beneficio/costo.**

Para realizar el cálculo del beneficio costo se tomaron en consideración los egresos incurridos para la elaboración de los quesos en cada tratamiento para dividirlos con el total de ingresos de las ventas totales.

$$\text{Beneficio/ costo} = \frac{\text{Ingresos totales, dólares.}}{\text{Egresos totales, dolares.}}$$

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### A. COMPOSICION FISICA QUIMICA DE LA LECHE

Se detalla la composición de la leche utilizada en cada repetición. Se puede observar que tenemos una calidad de la leche cruda bastante homogénea. Para el parámetro adición de agua se debe tener en cuenta que el análisis tiene un porcentaje de error del 5 % por lo que los valores observados son datos residuales de la medición. Revisando la norma INEN 9:2012 (2012), se constata que los valores de grasa y proteína están dentro de los rangos de la norma. Sin embargo los valores de SNG, Densidad y Punto crioscópico están fuera de los rangos marcados en la norma para la leche cruda. Cabe destacar que la medición de estos parámetros se llevó a cabo con un Milkotester que son aparatos que usan ultrasonido para estimar la calidad de la leche y tiene mayor error que los aparatos de infrarrojos o las técnicas oficiales.

En base a estas observaciones se podría recomendar a la empresa que calibre su aparato de medición de calidad de leche.se detallada en el (cuadro 5)

Cuadro 5. COMPOSICIÓN DE LA LECHE CRUDA, UTILIZADA EN CADA REPETICIÓN, PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.

Repeticiones	1	2	3	4	5
Grasa	3,8	3,6	3,9	3,9	4
SNG	7,6	7,6	7,6	7,6	7,9
Densidad	1,027	1,027	1,027	1,027	1,028
Proteína	2,9	2,9	2,89	2,9	2,98
P. Crioscópico	-0,504	-0,504	-0,502	-0,504	-0,518
Lactosa	4,17	4,17	4,14	4,16	4,28
p.H.	6,83	6,83	6,83	6,83	6,83
Temperatura	17,5	20,1	18,5	18	19
Agua Añadida	0,3	0,1	0,5	0,2	0,2

SNG: Solidos no grasos

## 1. Contenido de proteína

Las medias obtenidas en cuanto al contenido de proteína de los quesos frescos presentaron diferencias significativas ( $P < 0,0001$ ) por efecto de los niveles de temperatura aplicados al momento del cuajado (cuadro 6). El tratamiento con mayor temperatura T4 (55 °C) mostró un menor contenido de proteína de 13,31 % en comparación con el resto de tratamientos.

El contenido de proteína que reportó M. López. (2005), fue 24,13 y 19,83 % de proteína cuajado 40 °C con diferentes niveles de calcio, a su vez Rivera, V. (2012), reporta un contenido de proteína de 18,98 a 17,36 % utilizando diferentes tipos de cuajos encontrándose estos valores superiores a los encontrados en esta investigación. UNAD. (2015) observa que la temperatura es un factor importante para la eficiencia del cuajo, la temperatura ideal es 4 – 42 °C y por debajo de 10 °C y por encima de 65 °C el cuajo enzimático se inactiva. Por otro lado, las caseínas son resistentes a las altas temperaturas y los bajos pH, mientras que las proteínas del suero son sensibles a esas condiciones S, BADUI. (2006). El contenido de proteínas del queso es dependiente a la eficacia del cuajo, la cual depende de varios factores como: temperatura, concentración de calcio y proteínas o pH, (Química de los alimentos, 2014).

Cuadro 6. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DEL QUESO FRESCO CUAJADO A DIFERENTES TEMPERATURAS.

TEMPERATURAS °C										
Variables	40 °C		45 °C		50 ° C		55 ° C		E.E	Prob.
Proteína (%)	13,800	a	14,354	a	13,980	a	13,305	b	0,067	0,001
Grasa (%)	16,660	ab	17,435	a	16,300	c	17,325	a	0,061	0,001
Ceniza (%)	3,675	ab	3,487	b	4,215	ab	4,386	a	0,116	0,02
Humedad (%)	62,244		60,456		60,785		60,264		0,316	0,11
Suero ltr.	20,456	c	21,282	bc	22,768	a	21,856	ab	0,247	0,001
Suero (%)	68,187	c	70,940	bc	75,893	a	72,853	ab	0,825	0,001
Rendimiento Queso (%)	17,900		18,890		17,50		17,91		1,51	0,36

E.E. Error Estándar.

Los valores que no comparten la misma letra (a,b,c) dentro de la misma fila difieren estadísticamente.

## **2. Contenido de grasa (%)**

En el análisis de varianza realizado a las medias del contenido de grasa de los quesos frescos se reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0.0001$ ), debido a que se aplicó diferentes niveles de temperaturas al momento del cuajar la leche reportándose en el tratamiento un contenido de 16,30 % en el T3 (50 °C), el valor medio más bajo de contenido de grasa, a diferencia de los demás tratamientos que reportaron medias superiores con se indica (cuadro 6).

En su investigación para el contenido de grasa, López, M. (2005) reportó en sus resultados haber obtenido un contenido de grasa del 16,00 al 16,15 %, cuajado a 40 °C con diferentes niveles de calcio. De igual forma, Rivera, V. (2012) observa un contenido de grasa de 13,18 a 12,22 %, siendo estos valores inferiores a los resultados obtenidos en la presente investigación. De acuerdo a la clasificación del queso por su contenido de grasa en la Norma INEN.1528 (2012), el queso fresco obtenido de leche pasteurizada, pertenece al grupo de quesos semidescremados o bajos en grasa que su rango va de 0,1 a 20 % respectivamente.

Revilla, A. (1982) observó el comportamiento de la cuajada en cuanto al tiempo de reposo, un lapso de 30 a 45 minutos permite que los glóbulos grasos se acumulen en la superficie del suero lo cual permite que estas se eliminen al momento del desuerado de la cuajada, y esto disminuiría el contenido de grasa del queso. NUTRIPED. (2008), señala que los factores que afectan el contenido de grasa de un queso son el contenido de grasa de la leche y el porcentaje de suero que el queso retiene.

De igual forma, UNAD. (2013), manifiesta que el batido de la cuajada debe ser muy suave y constante para evitar que los granos de cuajada se rompan ya que esto permite la pérdida de los glóbulos de grasa y otros sólidos lo que va influenciar en el contenido de grasa del queso.

### **3. Contenido de ceniza**

Al analizar la variable contenido de ceniza por efecto de la aplicación de diferentes temperaturas al momento de cuajado se encuentran diferencias estadísticas significativas ( $P = 0,02$ ), determinándose que el mayor contenido de cenizas fue de 4,39 % con el tratamiento T4 (55 °C), frente a los demás tratamientos.

En su investigación, Lopez, M. (2005) reporta un contenido 2,97 % de ceniza aduce esto a que a mayor adición de calcio al momento del cuajado el contenido de ceniza incrementa proporcionalmente. Además, Rivera, V. (2012) obtuvo un contenido de cenizas de entre 3,35 % a 3,11 %, siendo estos valores similares con los obtenidos en esta investigación. UNAD (2013) afirma que cuando la leche es sometida a tratamientos térmicos elevados sus componentes termolábiles sufren cambios de acuerdo a la intensidad y el tiempo, afectando la estabilidad y su composición física química en sus derivados.

### **4. Humedad (%)**

Con respecto a la humedad, se puede observar que no hubo diferencias significativas debidas a la temperatura de cuajado. Los valores estuvieron en el rango de 62,24 % a 60,26 %, (cuadro 6).

Estos valores están dentro de los límites descritos por la NORMA INEN1528 (2012), la cual establece que el queso fresco semiblando debe tener una humedad máxima del 65 %. En cambio, los valores encontrados por Rivera, V. (2012), utilizando diferentes tipos de cuajo, fue un 57,71 % y 58,48 % de humedad. Lopez, M. (2005), reportó un contenido de humedad que va 59,12 % y 55,64 %, al usar diferentes niveles de calcio.

El comportamiento antes indicado que infiere que niveles de temperatura más bajos al momento de cuajado genera un mayor porcentaje de humedad guarda

relación con lo expuesto por Badui, S. (2006), el cual aduce que las miscelas actúan como una esponja, se encuentra sumamente hidratada con aproximadamente 3,8 g de agua por gramo de proteína, y su estructura porosa le permite un intercambio continuo entre sus constituyentes y los del suero (caseína soluble, lactosa, sales, etcétera), que depende de la temperatura y del pH. Estas modificaciones por efecto de la temperatura y del pH provocan la reducción del tamaño de la micela, la pérdida de su capacidad de hidratación y el aumento de sensibilidad a los distintos procesos térmicos a los que se somete la leche. Por su parte, las proteínas del suero se localizan en forma de solución coloidal y están estabilizadas básicamente por su alto grado de hidratación; al contrario de lo que sucede con las caseínas, a éstas les afecta más las altas temperaturas y la presencia de sales deshidratantes. Las temperaturas elevadas ocasionan su desnaturalización, lo que a su vez favorece la interacción entre ellas con la consiguiente formación de precipitados o coágulos (S. Badui, 2006)

## **B. VALORACIÓN PRODUCTIVA**

### **1. Suero y porcentaje de suero**

Para los parámetros de la cantidad de suero y el porcentaje del mismo. El tratamiento T3 (50 °C) registró el valor más alto de litros de suero así como el porcentaje del suero a diferencia de los demás tratamientos, mientras que el tratamiento control tuvo los menores valores. Se observa una relación proporcional entre la temperatura de cuajado y la cantidad de suero obtenido. (cuadro 6).

Para el parámetro porcentaje de suero, Culqui, C. (2009), señala que el porcentaje de suero obtenido en su investigación fue de un 70 %, valor similar a los descritos en el presente estudio.

## **2. Rendimiento**

Las medias determinadas en el rendimiento porcentual de queso por efecto de las temperaturas al momento del cuajado registraron diferencias significativas ( $P < 0,001$ ), como se indica en el (cuadro 6). Se alcanzó un mayor rendimiento en el tratamiento control T2 (45 °C), debido a que estos quesos retienen mayor humedad e incrementa el peso de los mismos. El rendimiento más bajo fue para el T3 y T4, esto puede ser debido a la temperatura de cuajado que favorece la contracción de la micela y por ende la expulsión de suero.

De igual forma, Rivera, V. (2012) reportó un rendimiento de 15,88 % a 17,13 % con el empleo de diferentes tipos de cuajos, así como Lopez,M.(2005) calculó un rendimiento de 14,15 % y 16,61 % con la utilización de diferentes niveles de calcio, estas dos investigaciones realizaron la pasteurización a 65 °C y cuajaron 40 °C a diferencia de esta investigación, en la que se pasteurizó a 82 °C y se cuajó a temperaturas más altas

## **3. Conversión de leche /queso**

Con el empleo de diferentes temperaturas al momento del cuajo se puede afirmar que no existe diferencia significativa, encontrándose valores de 5,51 y 5,74 litros de leche para obtener un kilogramo de queso como se indica (cuadro 7).

Rivera, V. (2012), señala que obtuvo una conversión de 5,44 a 6,15lt/kg a su vez Lopez,M.(2005), indica una conversión de 6,41 y 6,61lt/kg valores que se encuentran relacionados con los resultados obtenidos en la investigación.

En el siguiente cuadro de detalla la conversión de la leche en queso



Cuadro 7. CONVERSIÓN DE LITROS DE LECHE EN KILOS DE QUESO.

Variables	40°C	45°C	50°C	55°C	E.E	P
Conversión de leche/queso	5,66	5,51	5,74	5,59	0,19	0,064

E.E. Error Estándar.  
P: Probabilidad.

## C. ANALISIS MICROBIOLÓGICO

### 1. ECHERICHIA. COLI.

Con respecto a la presencia de E. coli, en los quesos cuajados a diferentes temperaturas, en los análisis microbiológicos realizados no reportaron presencia esto se podría deber a que la leche se esterilizo a 82 °C, y durante el proceso se tomó todas la medidas sanitarias e higiénicas para evitar la contaminación de los quesos.

En el cuadro a continuación de describe la calidad microbiológica del queso.

Cuadro 8. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS QUESOS FRESCOS CUAJADO A DIFERENTES TEMPERATURAS.

Variables	Echerichia. coli	Coliformes Totales
T1	Ausencia	390
T2	Ausencia	20
T3	Ausencia	30
T4	Ausencia	40

Fuente: SACMIQ 2016.

### 2. Coliformes totales.

Las cantidades de UFC/g (unidades formadores de colonias/gramo) de coliformes totales encontrados en los quesos se observó valores de 20 a 390 UFC/g, se puede verificar que estos valores se encuentran dentro de los rangos que dice la norma NTE INEN(2002), que los valores máximos son de 500 UFC/g.

#### **D. VIDA DE ANAQUEL TENIENDO COMO REFERENCIA EL pH.**

Para análisis de la vida de anaquel del queso fresco, se tomó datos del pH. Para el pH del día uno después de la elaboración, se encuentran diferencias, el valor más bajo fue para el T4, en comparación con los demás tratamientos. Esta misma diferencia se evidenció en el pH del día 10 (cuadro 9).

Para el análisis de vida de anaquel, comparando los pH del primer y decimo no se observan diferencias, por lo que 10 días es un periodo que asegura la conservación del queso fresco.

En base a estos resultados se propone repetir el estudio ampliando el periodo de almacenamiento para determinar la vida de anaquel máxima posible.

En cuadro se detalla la vida de anaquel del queso fresco.

**Cuadro 9. VIDA DE ANAQUEL DEL QUESO FRESCO EN BASE AL Ph.**

Variables	Tratamientos				E.E	Prob.
	40°C	45°C	50°C	55°C		
Día 1	6,73a	6,74a	6,7a	6,62b	0.010	<0.001
Día10	6,72a	6,75a	6,71a	6,61b	0,010	<0.001
P	0,42	0,48	0,66	0,63		
E.E	0,012	0,009	0,014	0,014		

E.E. Error Estándar.

Los valores que no comparten la misma letra (a,b,c) dentro de la misma fila difieren estadísticamente.

## E. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL QUESO FRESCO CUAJADO A DIFERENTES TEMPERATURAS.

### 1. Prueba de aceptación

Los resultados de cada uno de los atributos evaluados en la prueba de aceptación se muestran en el (cuadro 10). Solo para el color los consumidores mostraron diferente aceptación en dependencia a la temperatura de cuajado. El queso cuajado a 40 °C obtuvo una mejor calificación. Para los parámetros de color y olor no se evidenció diferencias en la aceptación

En cuadro se presenta los resultados de la prueba de aceptación.

Cuadro 10. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL QUESO FRESCO CUAJADO A DIFERENTES TEMPERATURAS.

Variables	40	45	50	55	E.E	Prob.
Sabor	3,79b	3,15ab	2,97a	3,21ab	0,09	0,011
Color	3,90	3,74	3,74	3,56	0,07	0,624
Olor	3,74	3,56	3,41	3,23	0,07	0,134

E.E. Error Estándar.

Los valores que no comparten la misma letra (a,b,c) dentro de la misma fila difieren estadísticamente.

### 2. Análisis de la prueba triangular

#### a. Análisis binomial

En el siguiente cuadro se presenta el análisis de la prueba triangular.

Cuadro 11. ANALISIS BINOMIAL DE LA PRUEBA TRIANGULAR.

Número de jueces	31		
Aciertos	13		
Fallas	18		
Con un nivel de error			
Jueces	Aciertos	0,05	0,001
31	13	21	23

Con un nivel de confianza del 95 % y 99 % no hay diferencias significativas entre la muestra de los quesos del T1 (40 °C) y T4 (55 °C).

**b. Análisis con el chi cuadrado**

Hipótesis de la prueba triangular

**H1:** Si hay diferencias significativas entre la muestras A y B.

**H0:** No hay diferencias significativas entre la muestras A y B.

Cuadro 12. EVALUACIÓN DE LOS RESULTOS DE LA PRUEBA TRIANGULAR CON EL CHI CUADRADO.

X <sup>2</sup> Calculado	X <sup>2</sup> T: 0,05	X <sup>2</sup> T: 0,01
0,52	3,84	6,63

De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la H0; dado que X<sup>2</sup> calculado (0,52) es menor que el tabular (3,84 y 6,63) a un nivel de significancia del (0,05 y 0,01), lo que nos indica que no hay diferencias significativas entre la muestra del T1 (40 °C) y la muestra del T4 (55 °C), respectivamente. Por lo que los consumidores no son capaces de diferenciar estos quesos frescos cuajados a diferentes temperaturas.

## **F. ANALISIS ECONÓMICO**

### **1. Costo de producción**

Al realizar el análisis de costo de producción se pudo constatar que el valor se más bajo se obtuvo con el tratamiento T2 con un valor de 2,69\$/ kg, de queso obtenido, a su vez y el T4 es el que más elevado costo reportó con un costo de 2,91\$ / kg, obtenido.

En el cuadro 13 se presenta los costos de producción de cada tratamiento.

### **2. Beneficio/costo**

En el análisis del beneficio costos (B/C), de la producción de los quesos frescos cuajados a diferentes temperaturas se determinó que el queso que dio un mayor beneficio fue e T2 con 1,26 \$ lo que significa que por cada dólar invertido se tiene una utilidad de 26 centavos lo que representa un 26 %, al cuajar a 45 °C, y el T1 reporto un beneficio costo de 1,20 \$, siendo el más bajo de los tratamientos utilizados, estos valores varían de acuerdo por el costo de venta que no fueron iguales para todos los tratamientos.

Cuadro 13. EVALUCACIÓN ECONÓMICA (DOLARES) DEL QUESO FRESCO CUAJADO A DIFERENTES TEMPERATURAS.

Formulación	Unidad	Referencia	TEMPERATURAS			
			40	45	50	55
Leche Pasteurizada	Lt	150	150	150	150	150
Cloruro de calcio	cc	45	45	45	45	45
Cuajo	cc	15	15	15	15	15
Sal	g	2250	2250	2250	2250	2250
COSTOS			Costo/unidad			
Leche Pasteurizada	0,4		60	60	60	60
Cloruro de calcio	0,0017		0,0765	0,0765	0,0765	0,0765
Cuajo	0,016		0,24	0,24	0,24	0,24
Sal	0,0006		1,35	1,35	1,35	1,35
Mano de obra	10		10	10	10	10
Gas	3		0,75	0,75	0,75	0,75
Fundas			1	1	1	1
Costo total			73,41	73,41	73,41	73,41
Cantidad de queso obtenido			26,86	27,26	26,25	25,2
Costo producción			2,73	2,69	2,79	2,91
Precio de venta			3,30	3,41	3,52	3,63
Ingreso total			94,54	95,95	92,40	88,70
BENEFICIO			1,20	1,26	1,25	1,25
COSTO						

## V. CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los análisis bromatológicos, productivos, microbiológicos y pruebas de aceptación no se aprecian diferencias relevantes entre las diferentes temperaturas de cuajado utilizadas.
- Una vez realizado el análisis de beneficio costo se puede determinar que el mejor beneficio costos se obtuvo para el cuajado a 45 °C
- Los quesos elaborados con leche pasteurizada a 82 °C y cuajados a temperaturas entre 40 y 55 °C tienen una vida de anaquel de más de 10 días.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Al realizar el análisis de las variables estudiadas se puede afirmar que el mejor tratamiento al cuajar la leche a distintas temperaturas, fue el tratamiento dos cuajado de 45 °C.
- Ampliar los estudios sobre la acción del cuajo a temperaturas entre 40 °C y 65 °C.
- Ampliar los estudios con más parámetros como textura en laboratorio, estructura microscópica de la cuajada, valoración de la calidad del suero.
- Entrenar a los estudiantes para el panel de catadores de queso para mejorar las valoraciones sensoriales de este producto.
- Ampliar los estudios de la vida de anaquel más allá de los 10 días.



## VII. LITERATURA CITADA

1. Anzaldúa–Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza – España: Acribia. ENNIS D. M. 1993. pp. 353–370.
2. Badui, S. (2006). Química de los alimentos. (4a ed). México: Pesaron Educación. pp. 603 - 626.
3. Barboza, G. (2000). Deshidratación de alimentos. Zaragoza – España: Acribia. pp. 27 – 35, 130 – 135.
4. Culqui, C. (2009). Elaboración de quesos fresco. Recuperado el 20 de diciembre del 2016. Disponible. <http://es.slideshare.net/luismario56/elaboracion-de-queso-fresco>.
5. Chamorro, M. (2002). El análisis sensorial de los quesos. Madrid -España. Edit. Mundi - Prensa pp. 23 - 29.
6. Ministerio de Agricultura y Pesca Alimentación y Medio Ambiente. (2016). Clasificación de los quesos ESPAÑA. Recuperado el 15 de diciembre del 2016. Disponible. [http://www.alimentacion.es/es/conoce\\_lo\\_que\\_comes/bloc/queso/default/clasificacion-quesos/corteza/](http://www.alimentacion.es/es/conoce_lo_que_comes/bloc/queso/default/clasificacion-quesos/corteza/)
7. González, M. (2002). Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. Panamá: Veraguas. Archivo pdf. pp. 45 – 56.
8. Hansen. (2001). Ha-Lactase. Folleto divulgativo de la lactasa comercial de Ha-lactase de Chr. Hansen. Distribuidora Descalzi. Guayaquil - Ecuador. pp. 34 – 35.

9. Briceño, M. (2012). Características del queso fresco según su tipo de pasta y contenido de humedad. Recuperado el 20 de diciembre del 2016. Disponible. <http://www.slideshare.net>.
10. Instituto Ecuatoriano de Normalización. INEN. (2012) Leche cruda requisitos. Norma INEN 9:2012. Quito - Ecuador. Recuperado el 20 de diciembre del 2016. Disponible. <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0009.2008.pdf>
11. Instituto Ecuatoriano de Normalización. INEN (2012). Norma general para quesos frescos. Norma INEN 1528:2012. Quito - Ecuador. Recuperado el 20 de diciembre del 2016. Disponible. <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1528.pdf>
12. López, M. (2005). Niveles de cloruro de calcio líquido y en polvo en la elaboración de queso fresco pasteurizado. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 36-50.
13. Luquet, F. (2003). Leche y productos lácteos. Zaragoza – España: Acribia. pp. 24 – 29.
14. Madrid, A. (1999). Tecnología quesera. (2a ed). Madrid – España: Mundi Prensa. pp. 15-26.
15. Nutridep. (2008). La grasa de los quesos. Recuperado el 22 de diciembre del 2016. Disponible. <http://www.nutridep.net/nutricion-costarica/index.php/informacion/consejo-nutricional-de-la-semana/36-la-grasa-de-los-quesos#page>
16. Pérez, A. (2001). Determinación del rendimiento y calidad en quesos semimaduros (Andino y Tilsit) al utilizar la leche de vacas Holsteinfrisian, Jersey y Brown swiss. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 26-35.

17. Poncelet. (2011). Clasificación del queso. Recuperado el 21 de diciembre 2016. Disponible <http://www.poncelet.es/enciclopedia-del-queso/clasificacion.html>
18. Química de los alimentos. (2014). Coagulación de caseína de la leche por acción enzimática a (cuajo). Recuperado el 22 de diciembre del 2016 Disponible. <http://alimentos6173.blogspot.com/2014/07/coagulacion-de-caseina-por-accion-del.html>
19. Revilla, A. (1996). Tecnología de la leche. s/n. Tegucigalpa – Honduras: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, pp. 24, 42.
20. Rivera, V. (2012). Evaluación de distintos cuajos naturales y procesados (bovino, ovino y cuy) para la realización del queso fresco. (Tesis de grado). Facultad Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 53-72.
21. Sancho, J. Et al. (1999). Introducción al análisis sensorial de los alimentos. (4a ed). Barcelona - España. pp. 142- 146.
22. Saiven, N. (2007). Lactología Industrial. Zaragoza –España: Acribia. pp. 10- 15.
23. Sánchez, J. (2005). El queso. Lima – Perú: Info alimentos. pp. 10- 32. semimaduros (Andino y Tilsit) al utilizar la leche de vacas.
24. Speer, & Edgar. (1991), Lactología Industrial. (2a ed). Zaragoza –España: Acribia. pp. 7 -27, 429, 444, 527- 529.
25. Universidad Nacional y a Distancia Colombia. (2013). Efecto de los tratamientos térmicos de la leche, Tecnología de los lácteos. Recuperado el 23 de diciembre del 2016. Disponible. <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301105/Archivos-2013-2/Modulo->

linea/leccion\_35\_principios\_tecnologicos\_en\_la\_elaboracin\_de\_quesos.html.

26. Universidad Nacional y a Distancia Colombia. (2013). Principios tecnológicos en la elaboración de quesos, Tecnología de Lácteos. Recuperado el 23 de diciembre del 2016. Disponible. [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301105/Archivos-2013-2/Modulo-linea/leccion\\_35\\_principios\\_tecnologicos\\_en\\_la\\_elaboracin\\_de\\_quesos.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301105/Archivos-2013-2/Modulo-linea/leccion_35_principios_tecnologicos_en_la_elaboracin_de_quesos.html).
  
27. Universidad Nacional y a Distancia Colombia. (2015). Manejo y procesamiento de lácteos, Elaboración de quesos, Coagulación. Recuperado del 23 de diciembre del 2016. Disponible. [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201509/Manejo%20y%20Procesamiento%20de%20Lacteos%20II/aditivos\\_permitidos.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201509/Manejo%20y%20Procesamiento%20de%20Lacteos%20II/aditivos_permitidos.html).
  
28. Universidad Nacional de Quilmes, (2015). Desarrollo de queso untable reducido en calorías con sabor a pimentón. Recuperado el 23 de diciembre del 2016. Disponible. <http://documentslide.com/documents/tp-desarrollo-de-queso-utable.html>.
  
29. Universidad Nacional de Quilmes. (2015). Desarrollo de queso untable reducido en calorías con sabor a pimentón. Recuperado el 23 de diciembre del 2017. Disponible. <http://documentslide.com/documents/tp-desarrollo-de-queso-utable.html>.
  
30. Veisseyre, R. (2008). Lactología técnica. (2a ed). Zaragoza –España: Acribia. pp. 28-33.
  
31. Villajos. (2016). Clasificación del queso según la textura y corteza. Recuperado el 22 de diciembre del 2016. Disponible. <http://villajos.es/clasificacion-del-queso-iii-segun-la-textura-y-corteza/>.

32. Ramirez, S. (Editora) (2017). Las ventas de los lácteos mejoraron. Recuperado el 2 de febrero del 2017. Disponible. <http://www.revistalideres.ec/lideres/ventas-lacteos-mejoraron-produccion-industria.html>.
33. Universidad Nacional y a Distancia Colombia. (2015). Definición, composición, estructura y propiedades de la leche. Recuperado el 23 de diciembre del 2016. Disponible. [https://www.google.com.ec/?gfe\\_rd=cr&ei=JxaSWPHvHuPZ8gfMprPABQ&gws\\_rd=ssl#q=propiedades+fisicas+de+la+leche+de+vaca+pdf](https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=JxaSWPHvHuPZ8gfMprPABQ&gws_rd=ssl#q=propiedades+fisicas+de+la+leche+de+vaca+pdf).
34. Servicio Nacional de Aprendizaje. (1987). Derivados lácteos. Manejo de la leche características físicas de la leche. Recuperado el 20 de diciembre de 2016. Disponible. [http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/31496/pdf/b2\\_car1.pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/31496/pdf/b2_car1.pdf)